18 環境安全－3

調査・研究報告書の要約

書　　名	平成 18 年度　食品機械の電気安全設計対応に関する調査研究報告書 －国際安全規格利用手引き　電気・制御安全編－				
発行機関	社団法人　日本機械工業連合会　・　社団法人　日本食品機械工業会				
発行年月	平成１９年　３月	頁　数	203 頁	判　型	Ａ４

〔目　次〕

第 4 章　電気設備への要求事項

4.1　機械類の電気設備のための調査書

4.2　等電位ボンディング(EB)

4.3　火災予防

4.4　絶縁と電線

4.5　停止による安全

4.6　インタロック装置

4.7　感電保護クラスの分類

第 5 章　電気装置一般仕様書

5.1　適用範囲

5.2　引用規格

5.3　定　義

5.4　一般要求事項

5.5　供給電源への接続及び電源開路用機器仕様

5.6　感電への保護

5.7　電気設備の保護

5.8　等電位ボンディング

5.9　制御回路及び制御機能

5.10　オペレータインタフェースと機械に取り付けられた制御機器

5.11　制御装置:配置、取付け及びエンクロージャ

5.12　電線及びケーブル

5.13　配　線

5.14　電動機及び関連装置

5.15　附属品及び照明

5.16　マーキング、警告標識及び略号

第 6 章　安全性確保技術

6.1　安全性を支える技術の流れ

6.2　安全情報抽出の原理

6.3　安全確認型

6.4　単調論理

6.5　冗長性と多重化

6.6　ダイバシティ(多様構造)

〔要　約〕

平成 18 年 4 月に改正労働安全衛生法が施行された。同法の第二十八条の二において、リスクアセスメントの実施を努力義務としていることが､改正の大きな特徴の一つである。そのことから、国際安全規格 ISO 12100 が示すリスクに基づいた安全化プロセスの一部が採用された初の法律と見ることができる。

1995 年に貿易を阻害する技術的障壁を取り除くことを目的に WTO/TBT 協定が締結された。これを契機に翌年より協定に従い、社団法人日本食品機械工業会において機械安全に関する我が国の JIS 規格を ISO/IEC へ整合化するための取り組みがはじまった。しかし、これらの規格は我が国では強制ではない。また、国際安全規格を利用するためには､「階層化構造」､「リスクベースド・アプローチ」等の前提条件の理解が必須である。これらの理由から我が国の産業界における一般的な取り組みとして定着するまでに時間を要している。しかし、前述の労働安全衛生法の改正により、今後、機械を使用するユーザーから､“顧客要求”として国際安全規格への適合が求められて来ることが予想される。

社団法人日本食品機械工業会では、WTO/TBT 協定の締結直後より、他の産業に先駆け、いち早くタイプ C 規格となる食品機械 JIS の国際安全規格への適合化に取り組んできた。

しかし、前述するとおり、国際安全規格への整合化により改正食品機械 JIS は、規格の前提条件を理解しなければ使うことができない。本書は改正食品機械 JIS を利用するために不可欠な、国際安全規格の前提条件解説するものである。百種類を超える国際安全規格について、食品機械に関連する規格を絞り込み、それらを利用するための「手引き書」となっている。

平成 18 年 3 月には、第 1 巻である“ 機械安全編 ”を発行した。本書は第 2 巻として“ 電気・制御安全編 ”である。

1．第 1 章　事業の概要

(1) 食品機械の安全・衛生設計への取り組み、事業目的

食品機械に関する JIS 規格は、通則をはじめとする 9 種類のシリーズ規格より構成される。平成 7 年よりこれら食品機械 JIS に対する改正作業に取り組み、平成 17 年に全ての改正が完了した。改正食品機械 JIS は、ISO12100 を中心とする国際安全規格の体系に整合することを第一の目的としたものである。従って、機械の製造者がこれら一連の規格に基づく設計に取り組むためには、リスクアセスメントを実施し、3 段階に分類したリスク低減方策の採用を客観的根拠に基づき検討しなければならない。

(社)日本食品機械工業会では、以上の国際安全規格が示す取り組みを業界へ普及させるため、“ リスクアセスメント実施マニュアル ”“ 取扱説明書作成ガイドライン ”等、数々の作成に取り組んできた。平成 18 年度に取り組んだ安全設計対応に関する調査研究事業は、平成 7 年から続く上記事業の流れを引き継ぐものである。当該事業は(社)日本食品機械工業会が(社)日本機械工業連合会より環境・安全対策のテーマの一つとして受託、実施したものである。また、当該事業は、平成 17 年度に取りまとめた「機械安全」に関する手引き書に続くもので「電気・制御安全」に関する主な規格の使い方、解釈等をとりまとめた。

当該事業は、機械類の安全性に対する社会的要求の高まりに応えるだけでなく、食品機械の更なる安全衛生化構造を促進することにより、我が国の食品機械産業の一層の国際競争力強化に資するものと期待される。

また、事業の実施にあたり、日食工に「食品機械の安全設計対応に関する調査研究委員会」を設置し、その下部に適宜少人数による調査グループを設け、調査研究に取り組んだ。

２．第 2 章　機械の安全と電気

電気は現代文明を支える最も基本的なエネルギである。機械の動力源であり、さらに機械の制御と安全装置も電気を利用している。機械の機能を実現するために電気エネルギを利用し、機械の制御を電気電子でおこない、更には安全系も電気を使用している。

電気への依存度が大きいだけに電気の取り扱いや不具合（障害）によっては働く人への災害になる。電気が人体に流れて起こる感電災害、電気が漏電して火災、制御機器不具合による事故、電気火花が周囲の引火性ガスや粉塵に着火する爆発災害、電磁ノイズによる電子機器の誤動作、静電気による事故や自然現象である雷による事故、のように電気が直接関係する災害は多い。

本章では機械における電気と安全との関わりについて記載する。

３．第 3 章　制御系の安全関連部の設計

機械類の電気制御部の役割は、機械類の本来機能（例えば生産、運搬など）へ動力の供給と機械の制御、及び安全を保つことである。人を災害から守ることは、電気制御部の基本的な要求事項であるにもかかわらず具体的な設計法に関する成書がない、またどのレベルまでの安全を考慮すればよいかよいかわからない、などの悩みを設計者は持つ。

本章は、リミットスイッチを用いたガードインターロック、及びセンサなどの検出機器、等の安全コンポーネントを用いる安全方策の設計プロセスで明確にすべき事項について記す。

安全コンポーネントを用いたリスク低減方策は多数有り、それぞれ特徴がある。この特徴により､用いる場面や用途を誤ると､機器が備える安全性が十分発揮できないばかりか、新たな危険源を生み出すことにもなる。安全関連システムに関わる安全方策の設計を行う技術者は、本章を十分理解し、適切な“安全コンポーネントの選択”、及び“抽出した安全情報の利用法”について考えなければならない。

機械類(machinery)とは､“連結された部品又は構成品の組合せで、そのうちの少なくとも一つは適切な機械アクチュエータ、制御及び動力回路を備えて動くものであって、特に材料の加工、処理、移動及びこん（梱）包といった特定の用途に合うように結合されたもの（国際規格 ISO 12100-1、3.1）として取り扱う。また 3 章の記述を参考にした主な国際規格は ISO 13849-1:2006 である。

４．第 4 章　電気設備への要求事項

機械の電気制御部について多くの国際規格があり安全に関わることが分散して記述さ

れているので設計者は混乱しやすい。

国際規格が要求する事項をすべてまとめることは出来ないが、規格が要求することの背景を幾つかの切り口でまとめて解説することを試みた。

本章は第5章で述べる IEC 60204-1:2005 の要求事項を理解するにも有効である。
また 4.5 「停止のカテゴリ」、4.6 「インタロック装置」は機械系の設計者にも一読を勧める内容となっている。

５．第５章　電気装置一般仕様書

本章は、電気制御部の設計実務に役立つ国際規格 IEC 60204-1:2005 を解説する。

節の番号は規格の番号に合わせた。機械の電装に関連する規格は多数あるがその中でも IEC 60204-1 は全般的に詳細に記述されており、電装盤の仕様書としても活用できる。本章では電装盤を設計するときに参考となる情報も記述した。規格と本章を併せて活用することにより、規格の一層適切な利用に役立つと考える。本章を執筆時では IEC 60204-1：2005 に対応する JIS は未発行であったため、JIS B 9960-1：1999 は IEC 60204-1：1997 に対応している。また、本章は、機械の電気制御部について、「人及び財産の安全」「制御応答の一貫性」「保守の容易さ」を達成するための要求事項及び推奨事項についても記述した。

本章で取り上げた IEC 60204-1 は、稼働時に手で運搬できない機械の電気制御部に適用される規格である。規格の範囲は、機械装置の電気接続点、例えば建屋の分電盤、からとなる。規格は、公称電源電圧が交流 1000 V 以下、直流 1500 V 以下及び公称周波数が 200 Hz 以下で動作する電気設備に適用される。建物の電気設備に関する規格は IEC 60364（JIS C 60364）を参照する必要がある。また、ガードや保護装置などに対する要求は、個別の国際規格（対応 JIS 規格)を参照しなければならない。

６．第６章　安全性確保技術

機械が性能を発揮するためには電気エネルギと電気制御部が不可欠であることを前章にて述べた。

本章では電気、制御、安全を支える個別の技術を安全の切り口にて示す。主に解説する技術は、安全情報抽出の原理、安全確認型、単調論理、冗長性と多重化、ダイバシティ(多重構造)、ダイナミック処理、安全関連部と非安全関連部の独立性、フェールセーフ化が推奨される回路、フェールセーフ化の一般的方法、オフ確認、起動と停止及び再起動防止、ノーマルクローズ型、強制引き離し(強制開離)、相反モードによる監視の利用、発振回路

の利用、交流信号の利用、電源枠外処理、フェールセーフなチェック回路、二重化不一致検出、バックチェック、非溶着、非対称誤り特性、操作電池と接地、自己保持回路、起動と停止、両手操作制御、偶発的操作、無効化防止、等である。

7．附属書

「国際安全規格利用手引き　電気・制御安全編」には、次の附属書を添付している。

(1) 機械の電気装置のための調査書

機械の使用者から提供されることを推奨する事項を附属書として示す。これは、使用者と供給者の間で基本条件及び使用者の追加要求事項に関して合意し、機械の電気設備の適切な設計、応用及び利用が出来るためのものである。

(2) IP コード

機械の電動機、及び電装盤は、外部からの好ましくない影響を低減させる、あるいは外部に対し何らかの危害を及ぼすことを防止するため、囲いが設けられる。このような囲いをエンクロージャと呼ぶ。

エンクロージャは、目的に応じて適切な機能が求められる。その機能を複数のカテゴリに分類したものが IP（International Protection）コードである。IP コードは、人体及び固形異物に対する保護と水に対する保護の程度により表す。この附属書では、IP コードをイラストを用いて、一覧として示す。

(3) 識別指定された電線端末を意図した機器の端子の表示法

1995 年 WTO/TBT 協定により、WTO 加盟国は ISO/IEC に整合化させることが決まった。しかし、国内で一般的に用いられている用語等が、これら国際規格と整合化されていないものが未だ多く存在する。特に本附属書では、国内で一般的に用いられている電気関連の重要な表記で、国際規格と異なるものを対象に、一覧として示す。

(4) 主な電気回路図記号

上述の(3) に示す国際規格と異なる事項は、図面に示す回路図でも見られる。シーケンス制御回路図などを示すために電気図記号は不可欠である。この図記号に、長く JIS C 0301(廃止)が使われてきた。また、企業によっては企業独自の図記号がある場合がある。回路図は使用者へ提供する情報である。このような誰でも読めなければならない書類は、共通の記号によって作成されるべきである。

JIS C 0301 はすでに廃止され、IEC が定める IEC 60617 シリーズに従った JIS C 0617 シリーズが JIS として 1999 年に発効している。当附属書では、食品機械の回路図に使用されると考えられる主な図記号を示す。

(5) 主なディジタル回路記号

安全に関する制御回路を示す際、シーケンス回路図よりも論理記号を用いたディジタル回路図で表した方がわかりやすい。また、ディジタル回路図は回路の妥当性を容易に確認できるなどの特徴がある。ここでは、ANSI Y 32.14 が示す主な記号を紹介する。

(6) 食品機械の安全・衛生設計に関係する主な規格

「手引き」では、多数の代表的な関連規格について解説しているが、食品機械に関係する規格は 100 種類を超える。これらの多くは、EN 規格がベースとなり ISO/IEC 規格となったものである。そのため、当該報告書を利用する技術者の参考資料として、食品機械に関係があると思われる ISO/IEC 規格と、その規格に対応する EN 規格、JIS 規格を一覧として取りまとめた。

以上の本報告書が、食品機械の安全化に取り組む技術者にとって、少しでも参考に寄与すれば幸いである。



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。
http://keirin.jp/
